

#9  
J.D.  
4/27/04

**MACHINE-ASSISTED TRANSLATION (MAT):**

(19) 【発行国】

【日本国特許庁】 (JP)

(12) 【公報種別】

【公開特許公報】 (A)

(11) 【公開番号】

特開昭 60-75199

(51) 【国際特許分類第 4 版】

H04R 3/00

【識別記号】 HAC

【庁内整理番号】

6733-5D

(43) 【公開日】

昭和 60 年 4 月 27 日

【審査請求】 未請求

【発明の数】 1

【全頁数】 5

(54) 【発明の名称】

電気音響変換装置

(21) 【出願番号】

(19) [ISSUING COUNTRY]

[JAPAN PATENT OFFICE (JP)] (JP)

(12) [GAZETTE CATEGORY]

[PATENT GAZETTE] (A)

(11) [KOKAI NUMBER]

Unexamined Japanese Patent 60-75199

(51) [IPC INT. CL. 4]

H04R 3/00

[ID CODE] HAC

[INTERNAL CONTROL NUMBER]

6733-5D

(43) [DATE OF FIRST PUBLICATION]

April 27, Showa 60

[REQUEST FOR EXAMINATION] No

[NUMBER OF INVENTIONS] 1

[NUMBER OF PAGES] 5

(54) [TITLE OF THE INVENTION]

Electroacoustic transducer

(21) [APPLICATION NUMBER]

特願昭 58-183785

Japanese Patent Application No. 58-183785

(22)【出願日】

昭和 58 年 (1983) 9 月 30 日

(22)[DATE OF FILING]

September 30, Showa 58 (1983. 9.30)

(72)【発明者】

(72)[INVENTOR]

【氏名】

米山 正秀

[NAME OR APPELLATION]

Masahide Yoneyama

【住所又は居所】

[ADDRESS OR DOMICILE]

(72)【発明者】

(72)[INVENTOR]

【氏名】

鎌倉 友男

[NAME OR APPELLATION]

Kamakura Tomoo

【住所又は居所】

[ADDRESS OR DOMICILE]

(72)【発明者】

(72)[INVENTOR]

【氏名】

池谷 和夫

[NAME OR APPELLATION]

Kazuo Iketani

【住所又は居所】

[ADDRESS OR DOMICILE]

(71)【出願人】

(71)[PATENTEE/ASSIGNEE]

【氏名又は名称】

株式会社 リコー

[NAME OR APPELLATION]

RICOH Co., Ltd.

【住所又は居所】

[ADDRESS OR DOMICILE]

(74)【代理人】

(74)[AGENT]

【弁理士】

[PATENT ATTORNEY]

【氏名又は名称】

[NAME OR APPELLATION]

高野 明近

Takano Akachika

【明細書】

[SPECIFICATION]

【発明の名称】

[TITLE OF THE INVENTION]

電気音響変換装置

Electroacoustic transducer

特許請求の範囲

[CLAIMS]

(1) 可聴周波数帯の信号源から  
の信号と直流分がある一定の割  
合いで加算して  $1/2$  乗変換処理  
を施した後に信号間波数よりも  
十分に高い周波数のキヤリアと  
乗算をおこなって電力増幅をし  
た後、電気音響変換する超音波  
振動子に導き、上記変調を施さ  
れた信号を有限振幅レベルの音  
波に変換して空気等の媒質中へ  
放射し、該媒質の非線形効果に  
よって元の可聴音を再生するよ  
うにしたことを特徴とする電気  
音響変換装置。

(1) After performing multiplication with carrier of frequency higher enough than wave number between signals after adding signal from source of signal of audio frequency band, and a direct flowed part at a certain fixed rate and performing  $1 / \text{square}$  conversion process and carrying out power amplification, it leads to ultrasonic vibrator which carries out electric sound conversion, signal to which the above-mentioned modulation was given is converted into acoustic wave of limited amplitude level, and it radiates into media, such as air, the original audible sound was regenerated according to nonlinear effect of this medium.

(2) 前記可聴周波数帯の信号を  
予め二重積分器に通して時間的  
に 2 回積分することを特徴とす  
る特許請求の範囲第(1)項に記  
載の電気音響変換装置。

Electroacoustic transducer characterized by the above-mentioned.

(2) Integrate twice in time beforehand through signal of said audio frequency band in double-integral vessel.

Electroacoustic transducer given in the 1st claim characterized by the above-mentioned.

## 【発明の詳細な説明】

## [DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION]

## 【技術分野】

本発明は、可聴周波数帯の電気信号を音響信号として空气中に放射するための電気音響変換装置に関する。

## [TECHNICAL FIELD]

This invention relates to electroacoustic transducer for radiating into air by making electrical signal of audio frequency band into acoustic signal.

## 【従来技術】

現在、電気音響変換器としては、動電形直接放射スピーカとホーンロードスピーカが主流であるが、いづれの方式においても空气中において振動板を振動させることにより空気の疎密波を作り機械振動エネルギーを音響エネルギーに変換するものである。

本発明は従来のスピーカ等の音響変換器とは全く異なる手段、つまり空気の非線形による右限振幅音波のパラメトリック作用を利用するものであるが、パラメトリック作用によって空气中で自己復調されて再生された音波(2次波と称する)は、超音波領域のキヤリア音波と同等の指向性パターンを有するのが特徴である。

而して、可聴周波数帯域の信号によって振幅変調を施された超音波を有限振幅レベルで空気または水等の媒質中に放射し、媒

## [PRIOR ART]

Now, as an electroacoustic transducer, dynamo-electric direct radiation speaker and horn load speaker are in use.

However, by vibrating diaphragm in air also in which system, compressional wave of air is made and machine vibrational energy is transformed into sound energy.

This invention utilizes parametric effect of waves of finite amplitude by nonlinearity of means, i.e., air, by which acoustic transducers, such as conventional speaker, differ at all.

It is characteristics that acoustic wave (called secondary wave), as for, self-demodulation was carried out by parametric effect and which was regenerated in air has directivity response pattern equivalent to carrier acoustic wave of ultrasonic range.

In this way, ultrasonic wave to which amplitude modulation was given by signal of audio-frequency-band region is radiated into media, such as air or water, on limited amplitude level, and various report is already carried out as a parametric speaker about system using demodulation acoustic wave

質の非線形硬化に基づく自己復調作用によって媒質中に生じる復調音波を通信手段として用いる方式については、パラメトリックスピーカとして既に種々報告されている。この音波の非線形現象を利用したパラメトリック・スピーカは、その指向性の鋭さに一つの特徴をもつが、これは高い周波数の搬送波を可聴音である信号波で振幅変調し有眼振幅波として送波するもので、音波の非線形相互作用によって信号に関係した2次波が空間内に縦型アレー状に分布する結果として指向性が鋭く、サイドローブも小さくなるものである。

いま、半径  $a$  の円形送波器より包絡  $f(t)$  をもった有限振幅音波

produced in medium with self-demodulation effect based on nonlinear hardening of medium as a means of communication.

Parametric speaker using nonlinear phenomenon of this acoustic wave has one characteristics in that directive sharpness.

However, by signal wave which is audible sound, amplitude modulation of the carrier wave of high frequency is carried out, and this sends it as an owner eye amplitude wave.

By nonlinear interaction of acoustic wave, as a result from which secondary wave related to signal is distributed in a vertical array form in space, directivity is sharp and side lobe also becomes smaller.

Waves of finite amplitude which had envelope  $f(t)$  from circular transmitter of radius  $a$  now

$P_1 = P_0 f(t) \sin(\omega_0 t - \phi)$

を放射したとする。ここで、 $P_0$  は音源音圧、 $\omega_0$  は搬送波の角周波数である。もし、この1次波が平面波で十分コリメイトしていると仮定すると2次波  $P_2$  は音軸上にて

Suppose that these were radiated.

Here,  $P_0$  is sound-source sound pressure and  $\omega_0$  is angular frequency of carrier wave.

If it assumes that this primary wave carries out collimate enough by plane wave, secondary wave  $P_2$  is on sound axis.

$$P_2 = \frac{4 \rho_0 \beta_1 \alpha}{C_0} \left( \frac{c^2}{C_0^2} f^2 - \frac{2}{C_0} \right)$$

.....(2)

となる。なお、 $\beta_1$  は媒質の非線形パラメータ、 $\rho_0$  は媒質密度、 $C_0$  は音速、 $\alpha$  は 1 次波の線形吸収係数である。式(2) より  $P_2$  は  $f^2$  に比例している。即ち包絡の自乗という非線形操作を受け 2 次波が生ずる。この自乗操作は音波の 2 次の非線形性の直接的結果であって、再生信号のひずみの発生原因となる。そこで、いま

It becomes these.

In addition,  $(\beta_1)$  is nonlinear parameter of medium,  $(\rho_0)_0$  is medium density,  $C_0$  is acoustic velocity, and  $(\alpha)$  is linear absorption coefficient of primary wave.

$P_2$  is proportional to  $f^2$  from Formula (2).

That is, secondary wave arises in response to nonlinear operation of square of envelope.

This square operation is direct result of the secondary nonlinearity of acoustic wave, comprised such that it becomes cause of generating of distortion of reproduced signal.

Then, now

$$s(t) = \sqrt{1 + d(t)}$$

.....(3)

とすると、 $P_1$  は信号  $s(t)$  に比例し、ひずみは生じなくなる。こ

If it carries out,  $P_1$  is proportional to signal  $s(t)$ , it stops producing distortion.

の変調を変形両側波帯(MDSB) 方式と称することにする。

This modulation will be called deformation double sideband (MDSB) system.

表 1 は、パラメトリック・スピーカに用いられている変調方式、即ち両側波帯(DSB) 方式を基準とし、これと単側波帯(SSB) 方式、変形両側波帯(MDSE) 方式との特性比較を行って dB 表示したものである。

Table 1 is based on modulation method used for parametric speaker, i.e., double sideband (DSB) system, characteristics comparison with this, and single-sideband (SSB) system and deformation double sideband (MDSE) system was performed, and it indicated by dB.

【表 1】

[TABLE 1]

項目	方式	DSB	SSB	MSB
第2高調波 ひずみ (%)	100	0	0	
再生音圧 Reprodu- cted	0	-4.4	-2.5	
再生音圧 Amplitude limited	0	-1.0	0	
電気信号の 周波数 (Hz)	$f_o + f$ $f_o - f$	$f_o + f$ 又は $f_o - f$	$f_o$ を中心と しての周波数	

System / Item

2nd harmonic-distortion percentage (%)

Reproduction sound pressure Power limited

Reproduction sound pressure Amplitude limited

Band of electrical signal (Hz)

 $f_o + f$  from  $f_o - f$  $f_o$  from  $f_o - f$ 

or

 $f_o + f$  from  $f_o$ 但し、信号としては正弦波とし、  
100%変調し、式(3)ではHowever, as a signal, it is considered as sine  
wave, and modulates irregular 100%, with  
Formula (3)

$$\sqrt{E + E \sin \omega_o t}$$

の場合を対象とした。この結果、 It is aimed at these cases.

ひずみの点においては DSB は As a result, although DSB is inferior in point of  
劣るが変換効率の点で最もよ distortion, it is the best in respect of conversion

く、MDSB はひずみが生じない点で勝れている。しかし、このためには電気信号が広帯域化することにより、その帯域をカバーする送波器を用いないとかえってひずみが増すことになる。中心周波数 40KHz の超音波振動子を 581 個平面状に並べて行った DSB、MDSB 方式の効率及びひずみの実験結果をそれぞれ第 1 図及び第 2 図に示す。ただし、第 1 図においてはスピーカへの印加電圧のピーク値を一定としたときの再生音圧距離を 9.5m とし、第 2 図においては、基本波を 0dB とした第 2、第 3 高調波の周波数特性を示している。なお、効率の比較実験についてスピーカへの印加電圧のピーク値を一定とした amplitude limited の条件で行ったもので、両方式ともに同程度の音圧が得られており、理論と対応している。第 2 図に示したひずみについては第 2 高調波に関する限り MDSB 方式は DSB よりおよそ 10dB 小さくなる。しかし、第 3 高調波は振動子が広帯域でないことによりかえって大きくなる傾向にある。而して、上記方式は、第 2 高調波ひずみ成分が多いという欠点を有しており、特に、第 2 高調波ひずみ率は振幅変調時の変調度に直接関連しており、高調が深くなる程悪くなる。

efficiency, and MDSB is excellent in point which distortion does not produce. However, when for that electrical signal carries out bandwidth increase, if transmitter which covers that band is not used, distortion will increase on the contrary. Effectiveness of DSB which arranged ultrasonic vibrator with a center frequency of 40kHz in 581-piece planar shape, and performed it, and MDSB system, and experimental result of distortion are each shown in FIG.1 and FIG.2. However, reproduction sound pressure distance when setting constant peak value of applied voltage to speaker in FIG. 1 is set to 9.5m, in FIG. 2, harmonic frequency characteristic 2nd, 3rd which set fundamental wave to 0dB is shown. In addition, it is one that is performed on condition of amplitude limited which set constant peak value of applied voltage to speaker about comparative experiments of effectiveness, and both, comparable sound pressure is obtained and expression corresponds with theory. As far as 2nd harmonic is concerned about distortion shown in FIG. 2, about 10dB of MDSB systems becomes smaller from DSB. However, 3rd harmonic is in inclination which becomes bigger on the contrary according to vibrator not being broad-band. In this way, it has disadvantage that the above-mentioned system has many 2nd harmonic-distortion components, and in particular 2nd harmonic-distortion rate relates to modulation factor at the time of amplitude

modulation directly, and gets so bad that high-pitch becomes deep.

### 【目的】

本発明は、上述のごとき欠点、すなわち、可聴周波数帯域の信号によって振幅変調された超音波を有限振幅レベルで空気中に放射し、空気の非線形効果により自己復調された可聴信号を得る方式のスピーカ(パラメトリックスピーカと称する)において欠点とされている第2高調波ひずみ特性の劣化を防ぐことを目的としてなされたものである。

### 【構成】

本発明の構成について、以下、実施例に基づいて説明する。

一般に、超音波の周波数が高くなると、振動子より放射される音波はビーム状になって直進するようになる。

今、半径  $a$  の振動子アレーから振幅変調を受けた超音波がビーム状で放射されると仮定した場合アレーから  $x$  なる距離の点での音圧  $P$  は次式で表わせる。

### [PURPOSE]

This invention radiated into air disadvantage like the above-mentioned, i.e., ultrasonic wave by which amplitude modulation was carried out with signal of audio-frequency-band region, on limited amplitude level, and is made for the purpose of preventing degradation of 2nd harmonic-distortion characteristics made into disadvantage in speaker (called parametric speaker ) of system which obtains audible signal in which self-demodulation was carried out by nonlinear effect of air.

### [CONSTITUTION]

Composition of this invention is hereafter explained based on Example.

Generally, if frequency of ultrasonic wave becomes higher, acoustic wave radiated from vibrator will become beam-like, and will come to go straight on.

When it is assumed that ultrasonic wave which received amplitude modulation from vibrator array of radius  $a$  is now radiated by the form of a beam, sound pressure  $P$  in point of distance which is made up of array  $x$  can be expressed with following Formula.

$$P = P_0 \left( 1 + m \cdot \sin \left( k - \frac{\pi}{C_0} x \right) \right) e^{-\frac{\pi x}{C_0}} \sin \left( \omega_0 t - k_0 x \right)$$

..... (4)

ただし、 $C_0$ は音速、 $\alpha$ は各周波数 $\omega_0$ の音波の減衰係数、 $P_0$ は初期音圧、 $m$ は変調度、 $g(t)$ は変調波である。(3)式で表わされる有限振幅レベルの超音波が空気中で非線形パラメトリック作用によって復調されて生じる2次波の音圧は以下の非齊次波動方程式によって表わされる。

However,  $C_0$  is acoustic velocity, (alpha) is damping coefficient of acoustic wave of each frequency (omega)  $_0$ ,  $P_0$  is initial-stage sound pressure,  $m$  is modulation factor, and  $g(t)$  is modulated wave.

(3) Ultrasonic wave of limited amplitude level expressed with expression is demodulated by nonlinear parametric effect in air, sound pressure of secondary wave to produce is expressed by the following non-homogenous wave equations.

$$\nabla^2 P_s = \frac{1}{C_0^2} \frac{\partial^2 P_s}{\partial x^2} + \frac{3 \alpha^2 P_s}{\omega_0^2} + - \rho_0 \frac{\partial^2}{\partial t^2} \quad \text{--- --- --- (5)}$$

式(5)において  $P_s$  : 2次波の音圧、 $\rho_0$  : 空気の密度、 $q$  : 1次波ビーム中に生じる2次波の仮想音源密度、ただし  $q$  は次式で表わせる。

Virtual sound-source density of secondary wave produced in Formula (5) in sound pressure of  $P_s$ :secondary wave,  $(\rho_0)_0$ :density of air, and  $q$ :primary wave beam, however,  $q$  can be expressed with following Formula.

$$q = \frac{P}{\rho_0^2 C_0^2} + \frac{u}{\alpha t} \rho_0^2 \quad \text{--- --- --- (6)}$$

従って(4),(6)式よりアレーからの距離  $x$ (軸上)の点での仮想音源密度を計算すると次式を得る

Therefore, following Formula will be obtained if virtual sound-source density in point of distance  $x$  (on axis) from array is calculated from (4) and (6) Formula.

$$P = \frac{A P_0 e^{-\alpha x}}{C_0 + \alpha^2} = \frac{A P_0}{\alpha^2 C_0} e^{-\alpha x} \left[ \left( \frac{C_0}{\alpha^2} + 1 \right) e^{-\alpha x} + \frac{1}{2} \alpha^2 C_0^2 e^{-2\alpha x} \left( 1 - \frac{x}{C_0} \right) \right]$$

... (2)

上記(7)式の右辺第1項は信号成分に基づく仮想音源密度を表わしており、第2項はひずみ成分の仮想音源密度を表わしている。

本発明は以上説明した如く、非線形パラメトリック作用を利用した音響変換器において生じるひずみ成分を除去するための変調方式に関するものである。すなわち、変調信号にある直流成分を加えて $\sqrt{\cdot}$ 変換した後にキヤリア信号との積をとる様な変調方式である。

この場合、被変調信号は次式で表わせる。

Right-side Claim 1 of said (7) type expresses virtual sound-source density based on signal component, claim 2 expresses virtual sound-source density of distortion component.

This invention relates to modulation method for removing distortion component produced in acoustic transducer using nonlinear parametric effect as explained above.

That is, after adding and SQUARE-ROOT-OF-converting direct flowing component in modulating signal, it is modulation method which takes product with carrier signal.

In this case, modulating signal-ed can be expressed with following Formula.

$$P = \sqrt{1 + \alpha^2} e^{-\alpha x} \sin(C_0 t - x_0 x) \quad \dots (3)$$

となる。従って、振動子アレーから $x$ なる距離の点での1次波(被変調超音波)の音圧は

It becomes these.

Therefore, sound pressure of primary wave (ultrasonic wave modulated irregular) in point of distance which is made up of vibrator array  $x$

$$P = P_0 \sqrt{1 + \alpha^2} e^{-\alpha x} \sin(C_0 t - x_0 x)$$

... (3)

となる。この場合の 2 次波の仮想音源密度は (6) 式を用いて It becomes these.  
 Virtual sound-source density of secondary wave in this case should use (6) Formula.

$$q = \frac{\rho P_0^2}{2 \mu_0^2 c_0^2} \cdot e^{-\frac{2kz}{\lambda}} \cdot \left( 1 - \frac{\lambda}{c_0} \right)$$

--- (6)

となる。したがって本変調方式を用いると(7)式右辺第2項に示されるごとき、ひずみ成分が消滅し、再生音の品質が著しく向上することが期待できる。 It becomes these.  
 Therefore, if this modulation method is used, like and distortion component which are shown in (7) Formula right-side Claim 2 will eradicate, it is expectable that crystalloid of reproduction sound improves remarkably.

#### 【実施例 1】

本発明を実施するための基本的構成例を第3図に示す。第3図において、1は変調信号源(可聴周波数帯)、2は係数器、3は直流源、4は加算器、5は $\sqrt{\cdot}$ 変換器、6は超音波帯域発振器、7は掛算器、8はパワーインプ、9は超音波振動子アレーである。

#### 【EXAMPLE 1】

Example of fundamental composition for implementing this invention is shown in FIG. 3. In FIG. 3, 1 is source of modulating signal (audio frequency band), and 2 is constant multiplier, 3 is source of direct flowing, 4 is adder, 5 is SQUARE-ROOT-OF converter, 6 is ultrasonic band oscillator, 7 is multiplier, 8 is power amplification, 9 is ultrasonic-vibrator array.

#### 【実施例 2】

本発明の変形実施例を第4図に示す。同図において、10は二重積分器、その他は第3図と同じである。本変調方式に基づく非

#### 【EXAMPLE 2】

Deformation Example of this invention is shown in FIG. 4. In this figure, 10 is double-integral device and others are the same as FIG. 3.

線形パラメトリックスピーカにおいて得られる再生音圧はアレーワークの軸上  $x$  の点で最終的に次式で与えられている。

Eventually reproduction sound pressure obtained by nonlinear parametric speaker based on this modulation method is given in following Formula in respect of axis top  $x$  of array.

$$P_x = \frac{\theta P_0 t^2 \alpha^2}{16 \pi^2 C_0 \alpha^2} \cdot \frac{\alpha^2}{\sin^2 \theta} \cdot \left( t - \frac{x}{C_0} \right)$$

--- (11)

つまり、再生音圧は原変調信号の2階微分に比例する。従って、第4図に示すごとく変調以前に予め変調信号を二重積分器を通してその後変調を施すことにより、元の変調信号に比例した再生音圧、つまり

That is, reproduction sound pressure is proportional to the second degree differential of original modulating signal.

Therefore, reproduction sound pressure which is proportional to the original modulating signal by after that giving modulation beforehand to double-integral device through modulating signal before modulation as shown in FIG. 4, that is,

$$P_x = \frac{\theta P_0 t^2 \alpha^2}{16 \pi^2 C_0 \alpha^2} \cdot \theta \left( t - \frac{x}{C_0} \right)$$

--- (12)

を得ることができる。

These can be obtained.

## 【効果】

以上の説明から明らかかなように、本発明によると、再生音の高調ひずみが改善され、高品質な再生音が得られる。従来方式

## [ADVANTAGE]

According to this invention, high-pitch distortion of reproduction sound improves as is evident from the above explanation -- having High quality reproduction sound is obtained.

では変調度( $m \leq 1$ )が深くなるとひずみ率が著しく劣化したが、本発明では基本的に $m$ とは無関係にひずみを低減できるので、 $m$ が大きい場合(但し  $m \leq 1$ )において効果が著しい。ここで再生音圧は $m$ に比例するので、大きな $m$ を用いることが出来ることは音響変換器の能率改善にとっても非常に望ましい方向である。

In conventional method, when modulation factor ( $m$  IS\_LESS\_THAN\_OR\_EQUAL\_TO 1) became deep, distortion factor degraded remarkably.

However, regardless of  $m$ , distortion can be reduced in this invention basically.

Therefore,  $m$  of effect is remarkable when large (however,  $m$  IS\_LESS\_THAN\_OR\_EQUAL\_TO 1).

Reproduction sound pressure is proportional to  $m$  here.

Therefore, it is direction very desirable also for efficiency improvement of acoustic transducer that major  $m$  can be used.

#### 【図面の簡単な説明の】

第1図は、超音波振動子の効率比較図、第2図は、ひずみ比較図、第3図及び第4図はそれぞれ本発明の実施例を説明するための電気回路図である。

1・・・変調信号源、2・・・係数器、3・・・直流源、4・・・加算器、5・・・ $\sqrt{\cdot}$ 変換器、6・・・超音波帯域発振器 7・・・掛算器、8・・・パワーアンプ、9・・・超音波振動子アレー、10・・・二重積分器。

#### [BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS]

It is electric-circuit figure for FIG. 1 to explain effectiveness comparison figure of ultrasonic vibrator, for FIG. 2 explain distortion comparison figure, and for FIG.3 and FIG.4 each explain Example of this invention.

[1... of modulating signal source ]  
 , [2... constant multiplier]  
 , [3... of direct flow source ]  
 , [4... adder]  
 , [5... SQUARE-ROOT-OF converter]  
 , [6... ultrasonic band oscillator ]  
 [7... multiplier]  
 , [8... power amplification]  
 , [9... ultrasonic-vibrator array]  
 , [10... double-integral device ]

#### 【特許出願人】

株式会社リコー

#### [PATENTEE/ASSIGNEE]

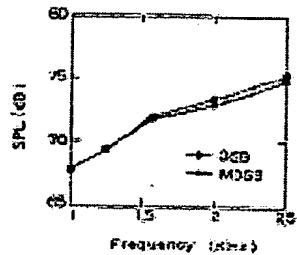
RICOH Co., Ltd.

【代理人】 高野 明近

[AGENT] Koya Akichika

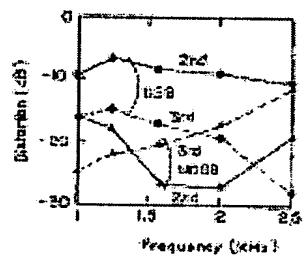
【第 1 図】

[FIG. 1]



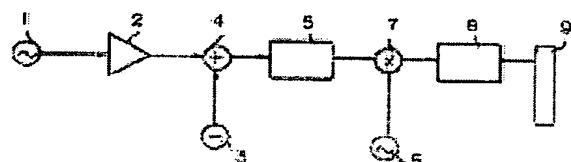
【第 2 図】

[FIG. 2]



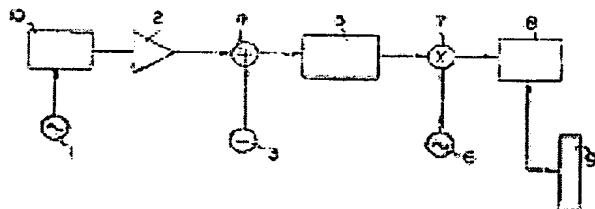
【第 3 図】

[FIG. 3]



【第4図】

[FIG. 4]



【特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載】

昭和 58 年特許願第 183785 号 (特開昭 60-75199 号, 昭和 60 年 4 月 27 日発行公開特許公報 60-752 号掲載) については特許法第 17 条の 2 の規定による補正があったので下記のとおり掲載する。7(3)

[Printing of correction of 2 of Section 17 of the Patent Law depended specified]

Since there was correction which 2 of Section 17 of the Patent Law will depend specified in Showa 58 about Patent application No. 183785 (Unexamined-Japanese-Patent No. 60-75199, 60 to April 27, Showa 60 issue public presentation patent 752 printing), it publishes as follows.

7(3)

(51) 【国際特許分類第 5 版】

H04R 3/00

(51)[IPC INT. CL. 5]

H04R 3/00

【識別記号】 HAC

[ID CODE] HAC

【庁内整理番号】

8524-5D

[INTERNAL CONTROL NUMBER]

8524-5D

【手続補正書】

(自発)

平成 2 年 4 月 26 日

[AMENDMENTS]

(Spontaneity)

April 26, Heisei 2

【特許庁長官】

吉田文毅殿

[PATENT OFFICE DIRECTOR GENERAL]

Yoshida Fumitake

【1.事件の表示】 昭和 58 年特許願第 183785 号	<b>[1. DISPLAY OF REAL RIGHT]</b> Showa 58 Patent application No. 183785
【2.発明の名称】 電気音響変換装置	<b>[2. TITLE OF THE INVENTION]</b> Electroacoustic transducer
【3.捕正をする者】	<b>[3. PERSON AMMENDING]</b>
【事件との関係】 特許 出願人	<b>[RELATION TO REAL RIGHT]</b> Patentee
【住所】	<b>[ADDRESS OR DOMICILE]</b>
【4.代理人】	<b>[4. AGENT]</b>
【住所】	<b>[ADDRESS OR DOMICILE]</b>
【氏名】 (7984) 弁理士 高野明近	<b>[NAME OR APPELLATION]</b> (7984) Patent attorney Koya Akichika
【5.補正命令の日付】 自発	<b>[5. DATE OF AMENDMENT]</b> Spontaneity
【6.補正の対象】	<b>[6. REASON FOR AMENDMENT]</b>
(1) 【明細書】 の特許請求の範囲の欄	<b>(1)[SPECIFICATION]</b> Column of these claims
(2) 【明細書】 の発明の詳細な説明の欄	<b>(2)[SPECIFICATION]</b> Column of these DETAILED DESCRIPTION OF INVENTIONs
(3) 【明細書】	<b>(3)[SPECIFICATION]</b>

の図面の簡単な説明の欄

Column of such Brief Description of Drawings

## (4)【図面】

## (4)[DRAWINGS]

## 【7.補正の内容】

## [7. CONTENT OF AMENDMENT]

## (1)【明細書】

を別紙の通り補正する。(補正の対象の欄に記載した事項以外は内容に変更なし)

## (1)[SPECIFICATION]

These are amended as attached sheet.  
(with no alteration by content other than matter as described in column of object of amendment)

(2) 第1図,第2図を別紙の通り補正する。

(2) Amend FIG. 1 and FIG. 2 as attached sheet.  
(3) Delete FIG. 3 and FIG. 4.

(3) 第3図,第4図を削除する。

## 【明細書】

## [SPECIFICATION]

## 【発明の名称】

## [TITLE OF THE INVENTION]

電気音響変換装置

Electroacoustic transducer

## 2.特許請求の範囲

## Claim

(1) 可聴周波数帯の信号源からの電気信号を音響信号に変換する超音波振動素子を備え、有限振幅超音波を空气中に放射し、非線形特性によるパラメトリック作用により可聴信号を得る電気音響変換装置において、入力信号に直流成分を所定の割合で加算し、1/2乗変換を行う第1の変換手段と、前記第1の変換手段の出力信号を当該出力信号よりも十分に高い周波数のキャリアと乗算し、電力増幅を行う第2の変換手段を設け、前記電気信号を、前記第1、第2の変換手段で変換した後に、前記超音波振動素子に供給するように

(1) In electroacoustic transducer which is equipped with ultrasonic-oscillation element which converts electrical signal from source of signal of audio frequency band into acoustic signal, radiates limited amplitude ultrasonic wave into air, and obtains audible signal with parametric effect by nonlinear characteristics, 1st converter which adds direct flowing component to input signal at a prescribed proportion, and performs 1 / square conversion, after having multiplied output signal of said 1st converter with carrier of frequency higher than said output signal, providing 2nd converter which performs power amplification and converting said electrical signal by said 1st, 2nd converter, it was made to supply said ultrasonic-oscillation element.

したことを特徴とする電気音響変換装置。 Electroacoustic transducer characterized by the above-mentioned.

(2)前記電気信号は、2重積分器を通して時間的に2回積分されたものであることを特徴とする特許請求の範囲第(1)項に記載の電気音響変換装置。

(2) Said electrical signal is integrated twice in time through double integrator.

Electroacoustic transducer given in the 1st claim characterized by the above-mentioned.

**【発明の詳細な説明】**

技術分野本発明は、可聴周波数帯の電気信号を音響信号として空気中に放射するための電気音響変換装置に関する。

**[DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION]**

Technical field this invention is made into electroacoustic transducer for radiating into air by making electrical signal of audio frequency band into acoustic signal in between.

**【従来技術】**

現在、電気音響変換器としては、動電形直接放射スピーカとホーンロードスピーカが主流であるが、いづれの方式においても空气中において振動板を振動させることにより空気の疎密波を作り機械振動エネルギーを音響エネルギーに変換するものである。

而して、可聴周波数帯域の信号によって振幅変調を施された超音波を有限振幅レベルで空気または水等の媒質中に放射し、媒質の非線形効果に基づく自己復調作用によって媒質中に生じる復調音波を通信手段として用いる方式については、パラメトリックスピーカとして(既に種々報告されている。

しかしながら、上記方式は、第

**[PRIOR ART]**

Now, as an electroacoustic transducer, dynamo-electric direct radiation speaker and horn load speaker are in use.

However, by vibrating diaphragm in air also in which system, compressional wave of air is made and machine vibrational energy is transformed into sound energy.

In this way, ultrasonic wave to which amplitude modulation was given by signal of audio-frequency-band region is radiated into media, such as air or water, on limited amplitude level, about system using demodulation acoustic wave produced in medium with self-demodulation effect based on nonlinear effect of medium as a means of communication, it is as a parametric speaker (various report is already carried out.).

However, it has disadvantage that the above-mentioned system has many 2nd

2 高調波ひずみ成分が多いとい  
う欠点を有しており、特に、第2  
高調波ひずみ率は振幅変調時の  
変調度に直接関連しており、変  
調が深くなる程悪くなる。

harmonic-distortion components, and in particular 2nd harmonic-distortion rate relates to modulation factor at the time of amplitude modulation directly, and gets so bad that modulation becomes deep.

### 【目的】

本発明は、上述のごとき欠点、すなわち、可聴周波数帯域の信号によって振幅変調された超音波を有阪振幅レベルで空気中に放射し、空気の非線形効果により自己復調された可聴信号を得る方式のスピーカ(パラメトリックスピーカと称する)において欠点とされている第2高調波ひずみ特性の劣化を防ぐことを目的としてなされたものである。

### [PURPOSE]

This invention radiates into air disadvantage like the above-mentioned, i.e., ultrasonic wave by which amplitude modulation was carried out with signal of audio-frequency-band region, on limited amplitude level, it is made for the purpose of preventing degradation of 2nd harmonic-distortion characteristics made into disadvantage in speaker (called parametric speaker) of system which obtains audible signal in which self-demodulation was carried out by nonlinear effect of air.

### 【構成】

本発明の構成について、以下、実施例に基づいて説明する。  
音波の非線形現象を利用したパラメトリックスピーカは、その指向性の鋭さに一つの特徴をもつが、これは高い周波数の搬送波を可聴音である信号波で振幅変調し有限振幅波として送波するもので、音波の非線形相互作用によって信号に関係した2次波が空間内に縦型アレー状に分布する結果として指向性が鋭く、サイドローブも小さくなるものである。

いま、半径  $a$  の円形送波器より

### [CONSTITUTION]

Composition of this invention is hereafter explained based on Example.

Parametric speaker using nonlinear phenomenon of acoustic wave has one characteristic in the directive sharpness.

However, by signal wave which is audible sound, amplitude modulation of the carrier wave of high frequency is carried out, and this sends it as a limited amplitude wave.

By nonlinear interaction of acoustic wave, as a result from which secondary wave related to signal is distributed vertical type array form in space, directivity is sharp and side lobe also becomes smaller.

Waves of finite amplitude which had envelope  $f$

包絡  $f(t)$  をもった有限振幅音波 (t) from circular transmitter of radius a now

$$P_1 = P_0 f(t) \sin \omega_0 t \dots \dots (1)$$

を放射したとする。ここで、 $P_0$  は音源音圧、 $\omega_0$  は搬送波の角周波数である。もし、この 1 次波が平面波で十分コリメイトしていると仮定すると 2 次波  $P_2$  は音軸上にて

Suppose that these were radiated. Here,  $P_0$  is sound-source sound pressure and  $\omega_0$  (omega) is angular frequency of carrier wave. If it assumes that this primary wave carries out collimate enough by plane wave, secondary wave  $P_2$  is on sound axis.

$$P_2 = \frac{\beta P_0^2 \omega_0^2}{16 \rho_0 C_0^4 \alpha r} \frac{\partial^2}{\partial t^2} f^2 \left( t - \frac{z}{C_0} \right) \dots \dots (2)$$

となる。なお、 $\beta$  は媒質の非線形パラメータ、 $\rho_0$  は媒質密度、 $C_0$  は音速、 $\alpha$  は 1 次波の線形吸収係数である。式(2)より  $P_2$  は  $f^2$  に比例している。即ち包絡の自乗という非線形操作を受けて 2 次波が生ずる。この自乗操作は音波の 2 次の非線形性の直接的結果であって、再生信号のひずみの発生原因となる。そこで、いま、

It becomes these. In addition, (beta) Nonlinear parameter of medium and  $(\rho_0)_0$  are medium density, and  $C_0$  is acoustic velocity, ( $\alpha$ ) is linear absorption coefficient of primary wave.

$P_2$  is proportional to  $f^2$  from Formula (2). That is, secondary wave arises in response to nonlinear operation of square of envelope. This square operation is direct result of the secondary nonlinearity of acoustic wave, comprised such that it becomes cause of generating of distortion of reproduced signal. Then, now,

$$s(t) = \sqrt{1 + g(t)} \dots \dots (3)$$

とすると、 $P_1$ は信号  $S(t)$ に比例し、ひずみは生じなくなる。本発明は、従来のスピーカ等の音響変換器とは全く異なる手段、つまり空気の非線形による有限振幅音波のパラメトリック作用を利用するものであるが、パラメトリック作用によって空気中で自己復調されて再生された音波(2次波と称する)は、超音波領域のキャリア音波と同等の指向性パターンを有するのが特徴である。

一般に、超音波の周波数が高くなると、振動子より放射される音波はビーム状になって直進するようになる。

今、半径  $a$  の振動子アレーから振幅変調を受けた超音波がビーム状で放射されると仮定した場合、アレーから  $x$  なる距離の点での音圧  $P$  は次式で表わせる。

If it carries out,  $P_1$  is proportional to signal  $S(t)$ , it stops producing distortion.

As for this invention, acoustic transducers, such as conventional speaker, are different means completely, that is, parametric effect of waves of finite amplitude by nonlinearity of air is utilized. It is characteristics that acoustic wave (called secondary wave), as for, self-demodulation was carried out by parametric effect and which was regenerated in air has directivity response pattern equivalent to carrier acoustic wave of ultrasonic range.

Generally, if frequency of ultrasonic wave becomes higher, acoustic wave radiated from vibrator will become beam-like, and will come to go straight on.

When it is assumed that ultrasonic wave which received amplitude modulation from vibrator array of radius  $a$  is now radiated by the form of a beam, sound pressure  $P$  in point of distance which is made up of array can be expressed with following Formula.

$$P = P_0 \left( 1 + m \cdot g \left( t - \frac{x}{C_0} \right) \right) e^{-2 \cdot \frac{x}{C_0}} \sin(\omega_0 t - k_0 x) \quad (4)$$

ただし、 $C_0$  は音速、 $\alpha$  は各周波数  $\omega_0$  の音波の減衰係数、 $P_0$  は初期音圧、 $m$  は変調度、 $g(t)$  は変聴波である。(3)式で表わされる有限振幅レベルの超音波が

However,  $C_0$  is acoustic velocity, ( $\alpha$ ) is damping coefficient of acoustic wave of each frequency ( $\omega_0$ ),  $P_0$  is initial-stage sound pressure,  $m$  is modulation factor, and  $g(t)$  is modulated wave.

空气中で非線形パラメトリック作用によって復調されて生じる2次波の音圧は以下の非齊次波動方程式によって表わされる。

Sound pressure of secondary wave which ultrasonic wave of limited amplitude level expressed with (3) Formula is demodulated by nonlinear parametric effect, and produces in air is expressed by equation like the following methods of non-homogenous wave.

$$\nabla^2 p_3 - \frac{1}{C_s^2} \cdot \frac{\partial^2 p_3}{\partial z^2} = - \rho_0 \frac{\partial q}{\partial t} \quad \dots \dots \dots (5)$$

式(5)において、 $p_3$ : 2次波の音圧、 $\rho_0$ : 空気の密度、 $q$ : 1次波ビーム中に生じる2次波の仮想音源密度、ただし $q$ は次式で表わせる。

In Formula (5),  $p_3$ : Sound pressure of secondary wave,  $(\rho_0)_0$ : Density of air, virtual sound-source density of secondary wave produced in  $q$ : primary wave beam, however  $q$  can be expressed with following Formula.

$$q = \frac{\rho}{\rho_0^2 C_s^4} \cdot \frac{\partial}{\partial t} p^2 \quad \dots \dots \dots (6)$$

従って(4),(6)式よりアレーからの距離 $x$ (軸上)の点での仮想音源密度を計算すると次式を得る。

Therefore, following Formula will be obtained if virtual sound-source density in point of distance  $x$  (on axis) from array is calculated from (4) and (6) Formula.

$$q = \frac{\rho p_3^2}{\rho_0^2 C_s^4} e^{-2\alpha z} \frac{\partial}{\partial z} \left( m \cdot g \left( z - \frac{x}{C_s} \right) + \frac{1}{2} m^2 g^2 \left( z - \frac{x}{C_s} \right)^2 \right) \quad \dots \dots \dots (7)$$

上記(7)式の右辺第1項は信 Right-side Claim 1 of said (7) type expresses

号成分に基づく仮想音源密度を表わしており、第2項はひずみ成分の仮想音源密度を表わしている。

本発明は以上に説明した如く、非線形パラメトリック作用を利用した音響変換器において生じるひずみ成分を除去するための変調方式に関するものである。すなわち、変調信号にある直流成分を加えて $\sqrt{\cdot}$ 変換した後にキャリア信号との積をとる様な変調方式である。

この場合、被変調信号は次式で表わせる。

virtual sound-source density based on signal component, and Claim 2 expresses virtual sound-source density of distortion component.

This invention relates to modulation method for removing distortion component produced in acoustic transducer using nonlinear parametric effect, as explained above.

That is, after adding and SQUARE-ROOT-OF-converting direct flowing component in modulating signal, it is modulation method which takes product with carrier signal.

In this case, modulating signal-ed can be expressed with following Formula.

$$V = \sqrt{1 + m \cdot g(t)} \sin \omega t \quad \dots \dots \quad (8)$$

となる。従って、振動子アレーから $x$ なる距離の点での1次波(被変調超音波)の音圧は

It becomes these.

Therefore, sound pressure of primary wave (ultrasonic wave modulated irregular) in point of distance which is made up of vibrator array

$$P = P_0 \sqrt{1 + m \cdot g(t - \frac{x}{C_0})} e^{-\alpha x} \sin(\omega_0 t - k_0 x) \quad \dots \dots \quad (9)$$

となる。この場合の2次波の仮想音源密度は(6)式を用いて

It becomes these.

Virtual sound-source density of secondary wave in this case should use (6) Formula.

$$q = \frac{\beta P_0}{2 \rho_0 C_0} e^{-2ds} + a + \frac{\partial}{\partial t} e(t - \frac{s}{C_0})$$

..... (10)

となる。したがって本変調方式を用いると(7)式右辺第2項に示されるごとき、ひずみ成分が消滅し、再生音の品質が著しく向上することが期待できる。

It becomes these.  
Therefore, if this modulation method is used, like and distortion component which are shown in (7) Formula right-side Claim 2 will eradicate, and it can be anticipated that quality of reproduction sound will improve remarkably.

#### 【実施例 1】

本発明を実施するための基本的構成例を第1図に示す。第1図において、1は変調信号源(可聴周波数帯)、2は係数器、3は直流源、4は加算器、5は√変換器、6は超音波帯域発振器、7は掛算器、8はパワーアンプ、9は超音波振動子アレーである。

#### [EXAMPLE 1]

Example of fundamental composition for implementing this invention is shown in FIG. 1. In FIG. 1, 1 is source of modulating signal (audio frequency band), and 2 is constant multiplier, 3 is source of direct flowing, 4 is adder, 5 is SQUARE-ROOT-OF converter, 6 is ultrasonic band oscillator, 7 is multiplier, 8 is power amplification, 9 is ultrasonic-vibrator array.

#### 【実施例 2】

本発明の変形実施例を第2図に示す。同図において、10は二重積分器、その他は第1図と同じである。本変調方式に基づく非線形パラメトリックスピーカにおいて得られる再生音圧はアレーの軸上xの点で最終的に次式で与えられている。

#### [EXAMPLE 2]

Deformation Example of this invention is shown in FIG. 2.

In this figure, 10 is double-integral device and others are the same as FIG. 1.

Eventually reproduction sound pressure obtained by nonlinear parametric speaker based on this modulation method is given in following Formula in respect of axis top x of array.

$$P_{re} = \frac{\rho \rho_0^2 \alpha^2 m}{16 \rho_0 C_0^2 \alpha x} \frac{\partial^2}{\partial t^2} \left( t - \frac{x}{C_0} \right) \quad \cdots \quad (1.1)$$

つまり、再生音圧は原変調信号の2階微分に比例する。従って、第2図に示すごとく変調以前に予め変調信号を二重積分器に通してその後変調を施すことにより、元の変調信号に比例した再生音圧、つまり

That is, reproduction sound pressure is proportional to the second degree differential of original modulating signal.

Therefore, reproduction sound pressure which is proportional to the original modulating signal by after that giving modulation beforehand to double-integral device through modulating signal before modulation as shown in FIG. 2, that is,

$$P_{re} = \frac{\rho \rho_0^2 \alpha^2 m}{16 \rho_0 C_0^2 \alpha x} \left( t - \frac{x}{C_0} \right) \quad \cdots \quad (1.2)$$

を得ることができる。

These can be obtained.

### 【効果】

以上の説明から明らかに、本発明によると、再生音の高調ひずみが改善され、高品質な再生音が得られる。従来方式では変調度( $m \leq 1$ )が深くなるとひずみ率が著しく劣化したが、本発明では基本的に  $m$  とは無関係にひずみを低減できるので、 $m$  が大きい場合(但し  $m \leq 1$ )において効果が著しい。ここで再生音圧は  $m$  に比例するので、大きな  $m$  を用いることが出来

### [ADVANTAGE]

As is evident from the above explanation, according to this invention, high-pitch distortion of reproduction sound is improved, and high quality reproduction sound is obtained.

In conventional method, when modulation factor ( $m$  IS\_LESS\_THAN\_OR\_EQUAL\_TO 1) became deep, distortion factor degraded remarkably.

However, regardless of  $m$ , distortion can be reduced in this invention basically.

Therefore,  $m$  of effect is remarkable when large (however,  $m$  IS\_LESS\_THAN\_OR\_EQUAL\_TO

ることは音響変換器の能率改善 1).

にとっても非常に望ましい方向 Reproduction sound pressure is proportional to  
である。  $m$  here.

Therefore, it is direction very desirable also for  
efficiency improvement of acoustic transducer  
that major  $m$  can be used.

【図面の簡単な説明の】

第1図及び第2図は、それぞれ  
本発明の実施例を説明するため  
の電気回路図である。

1・・・変調信号源、2・・・係  
数器、3・・・直流源、4・・・  
加算器、5・・・ $\sqrt{\cdot}$ 変換器、6・・・  
超音波帯域発振器、7・・・掛算  
器、8・・・パワーアンプ、9・・・  
超音波振動子アレー、10・・・  
二重積分器。

[BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS]

FIG.1 and FIG.2 is electric-circuit figure for each  
explaining Example of this invention.

1... Source of modulating signal, 2... Constant  
multiplier, 3... Source of direct flow, 4... Adder,  
5... SQUARE-ROOT-OF converter, 6...  
Ultrasonic band oscillator, 7... Multiplier, 8...  
Power amplification, 9... Ultrasonic-vibrator  
array, 10... Double-integral device.

【特許出願人】

株式会社リコー

[PATENTEE/ASSIGNEE]

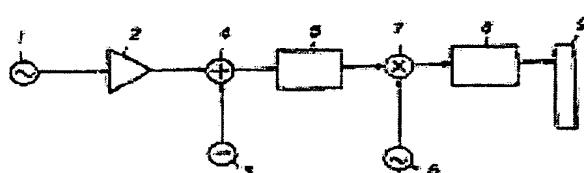
RICOH Co., Ltd.

【代理人】 高野明近

[AGENT] Takano Akichika

【第1図】

[FIG. 1]

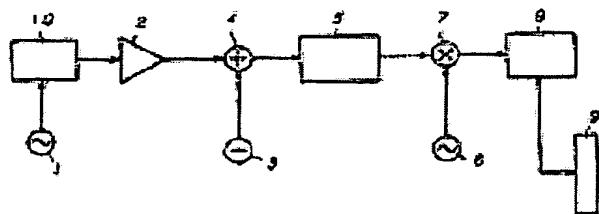


【第2図】

[FIG. 2]

JP60-75199

THOMSON  
DERWENT



## **DERWENT TERMS AND CONDITIONS**

*Derwent shall not in any circumstances be liable or responsible for the completeness or accuracy of any Derwent translation and will not be liable for any direct, indirect, consequential or economic loss or loss of profit resulting directly or indirectly from the use of any translation by any customer.*

Derwent Information Ltd. is part of The Thomson Corporation

Please visit our home page:

"WWW.DERWENT.CO.UK" (English)

"WWW.DERWENT.CO.JP" (Japanese)